

Ramón Carreres<sup>1</sup> Vicente Dominguis Rovira<sup>2</sup> Alvaro García<sup>1</sup> Miguel Juan<sup>1</sup>

# PUNTA BLANCA: ENFERMEDAD DEL ARROZ OCASIONADA POR EL NEMATODO *APHELENCHOIDES BESSEYI*

<sup>1</sup> IVIA

<sup>2</sup> SAT Les Tanques (Pego)

## Introducción

*Aphelenchoides besseyi* Christie (*Aphelenchoides oryzae* Yokoo; *Asteroaphelenchoides besseyi* (Christie) Drozdovsky) es un nematodo que causa la enfermedad denominada "white tip" que significa punta blanca o ápice blanco de las hojas. Se trata de un nematodo que se transmite principalmente por semilla, donde se encuentra en forma quiescente bajo la cascarilla. De hecho, es el único parásito del arroz que se transmite por semilla (Prot y Gergon, 1994). Es tanta la importancia que tiene ésta para la difusión de la enfermedad, que las normas de cuarentena establecidas por las oportunas Directivas de la Unión Europea para los intercambios internacionales de germoplasma de arroz exigen que las semillas han de estar libres del nematodo y el umbral de su presencia en la semilla certificada ha de ser cero.

Se encuentra presente en las más importantes zonas arroceras del mundo en África, Europa, Asia,

Oceanía y América (Fortuner and Williams, 1975; Prot y Gergon, 1994). En la segunda mitad de los años 90 se señala su presencia también en Italia (Tacconi, 1996; Moletti, 1997).

Por lo que respecta a su presencia en España, aunque no existen referencias científicas al respecto (Escuer y Bello, 2000), sí que se encuentran citas de la manifestación de síntomas en los arrozales aunque sin ocasionar daños de relevancia (Carreres, 2005). No obstante, durante las dos últimas campañas arroceras se han observado síntomas y daños similares a los producidos por este nematodo en arrozales valencianos, fundamentalmente en la zona de Pego, y en la variedad Bomba.

## Historia

Las primeras referencias de la enfermedad proceden de Japón (1915) y EEUU (1935) aunque con nombres diferentes. En Japón siempre fue atribuida a la presencia de nematodos siendo Yoshii (1944) quien lo demostró experimentalmente. Yokoo (1948) describió el microorganismo y lo denominó *Aphelenchoides oryzae*. En EEUU, en principio se relacionaba la enfermedad con la carencia de hierro o magnesio o con un desequilibrio entre este último y el calcio. Cralley (1949) demostró que el causante

era un nematodo y confirmó que los síntomas eran similares a los de la enfermedad japonesa. Finalmente, Allen (1952) verificó que la causa de la enfermedad era un nematodo idéntico al parásito de la fresa, descrito por Christie (1942) con el nombre de *Aphelenchoides besseyi*. Por antigüedad, éste es el nombre que está vigente.

## Distribución geográfica y daños ocasionados

Además de Japón y EEUU, está presente en África (Sierra Leona, Senegal, Egipto, Camerún, Costa de Marfil, Gabón, Madagascar, Dahomey, Chad, Togo, Congo, Ghana, Nigeria, Malí, Kenia, Uganda, Tanzania, Zambia y Zimbabue., etc), América (Brasil, Colombia, Cuba, El Salvador, Méjico, etc), Asia (India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, China, Corea, Vietnam, Taiwan, Thailandia, Filipinas, Indonesia, etc.), Australia y Europa (Bulgaria, Hungría, la antigua URRS, Italia, Turquía, etc). A pesar de su amplia distribución por todas las zonas productoras de arroz en el mundo, generalmente su incidencia es limitada.

*Aphelenchoides besseyi* es un organismo de cuarentena para muchos países, incluida la Unión Europea, en los que existen normativas para prevenir su entrada y



difusión. En la Unión Europea, la directiva comunitaria n° 2000/29 establece que las semillas de *Oryza* spp sólo pueden ser importadas de países terceros cuando van acompañadas por el correspondiente certificado de ausencia de *A. besseyi* o de tratamiento idóneo para su control, mientras que los intercambios entre países miembros no están sujetos a ningún control.

Las mermas de producción varían según el país, año, variedad cultivada, condiciones climatológicas, prácticas de cultivo y del grado de infestación de la semilla utilizada (Prot, 1992). Como término medio, las pérdidas de producción en los campos infestados oscilan entre el 10 y el 30%. Sin embargo, en variedades susceptibles y con todas las plantas afectadas, la merma puede llegar hasta el 70% (Prot, 1992). Se ha fijado un umbral de tolerancia (grado de infestación en el que se observan daños) de 30 nematodos vivos en 100 semillas (Fucano, 1962), que se corresponde con una reducción productiva del 5% en variedades susceptibles. En cambio, el umbral de daño económico se ha establecido en 300 nematodos vivos en 100 semillas (Yamaguchi, 1977).

## Síntomas

El síntoma característico (Figura 1) consiste en la presencia de hojas con el ápice blanco de donde deriva el nombre de la enfermedad. Normalmente los ápices blancos, de unos 2-5 cm, comienzan a verse a partir del final del ahijamiento. El resto de la hoja tiene un anormal color verde muy oscuro por la mayor presencia de clorofila. Después, los ápices ennegrecen, se secan y se vuelven filiformes y retorcidos.

Las hojas superiores y la bandera son las más afectadas; la hoja bandera en particular puede ser más corta, arrugada y retorcerse en espiral pudiendo impedir la emergencia completa de la panícula (Figura 2).

Las plantas enfermas tienen menor vigor y experimentan un retardo y reducción en el crecimiento (Figura 3), retrasando la maduración; pueden emitir hijuelos en los nudos superiores (Figura 4); como se observa en la Figura 5, tienen panículas más pequeñas, a veces con las puntas atrofiadas, que dan un menor número de granos, más pequeños y a veces con malformaciones (Figura 6) (Carreres, 2005). Algunas flores son estériles produciendo granos vacíos con la cascarilla retorcida. En algunos casos con ataques graves las plantas pueden no emitir la panícula. Todas estas anomalías comportan una reducción de la producción.

Otros síntomas observados en el Japón consisten en la presencia de lesiones sobre el pericarpio del grano que llegan hasta el endospermo y que se traducen en típicas manchas negras cuneiformes sobre el grano blanco elaborado (Yamaguchi, 1977).

Las semillas muy infestadas presentan un menor potencial y retraso de la germinación (Fortuner and Williams, 1975). Se ha observado que no todas las plantas afectadas muestran los síntomas en hojas y panículas aunque la producción sea menor (Prot, 1992).

Las alteraciones que produce el nematodo se atribuyen a que éste favorece la formación de exudados gomosos que obstruyen los vasos xilemáticos de la hoja, desintegra

las células del floema, ralentiza el crecimiento de las células y la formación de los cloroplastos que están ausentes en los casos con ápices blancos (Prot, 1992; Tacconi y Ambrogioni, 1993).

En el campo se manifiesta con algunas plantas afectadas aquí y allá o con grupos de plantas afectadas que forman manchas observables en el campo.

## Agente causante

Se trata del nematodo *Aphelenchoides besseyi* que pertenece a la familia *Aphelenchoididae*, orden *Tylenchida*, clase *Nematoda*.

Es un nematodo vermiforme (Figura 7) en todas las fases del desarrollo post-embrional que llega a adulto después de cuatro estados larvales. Es una especie bisexual con machos algo más pequeños que las hembras, que se reproduce sexualmente aunque ocasionalmente también por partenogénesis. Tiene un cuerpo delgado, ligeramente arqueado ventralmente, cuyas dimensiones según Fortuner (1970) son: 0,57-0,84 mm de largo, en la hembra y 0,53-0,61 en el macho, con un diámetro similar de alrededor 1/40-1/50 de la longitud (Ou, 1985).

Estilete delgado de 10-12 µm de longitud con los nódulos redondeados de 1,75 µm de anchura (Figura 8). La zona labial es redonda, lisa, separada y prominente del resto del cuerpo, mientras que la cola es conoide y termina con un mucrón de forma diversa y 3-4 espinas agudas (Escuer y Bello, 2000) o 2-4 en los machos que también muestran el final trasero del cuerpo curvado casi 180° en ejemplares distendidos (EPPO Standards, 2004).





◀ **Figura 1.-**  
Apice blanco y  
filiforme  
*Foto R. Carreres*



**Fig. 2.- ▶**  
Emergencia  
incompleta  
de la panícula  
*Foto R. Carreres*



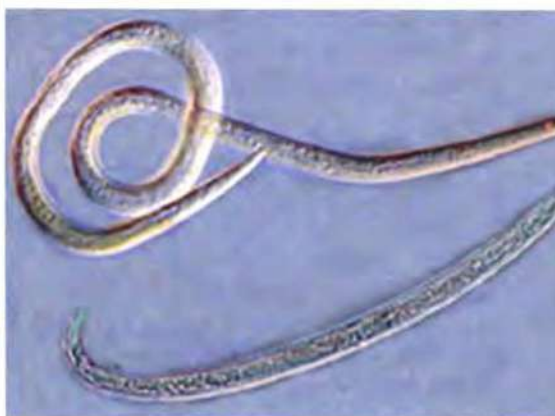
**Fig. 3.-** Reducción del crecimiento  
*Foto V. Dominguis*



**Fig. 4.-** Emisión de hijuelos  
en nudos superiores  
*Foto V. Dominguis*



**Fig. 5.-** Hoja bandera retorcida y  
panícula más pequeña  
*Foto V. Dominguis*



**Fig. 7.-** Nemátodo macho (abajo) y  
hembra (arriba)  
*Foto R. Carreres*



◀ **Fig. 6.-**  
Glumillas malformadas  
*Foto V. Dominguis*



**Fig. 8.- ▶**  
Estilete en la zona  
bucal(x 1000)  
*Foto V. Dominguis*



Se desarrolla como endoparásito en los cotiledones durante 7-10 días y vive como ectoparásito (en el exterior) en el parénquima de las hojas donde clava el estilete para alimentarse. Además de parasitar el arroz se desarrolla también sobre otros cultivos como maíz, soja, fresa, cebolla, lechuga, rábano, etc.; sobre ornamentales como *Ficus* spp, crisantemo, orquídea, etc.; sobre adventicias como arroz salvaje (*Oryza sativa*), *Echinochloa* spp, *Cyperus* spp (Villa y Giudici, 1998), *Panicum* spp, *Setaria* spp, etc., y sobre especies fúngicas como *Alternaria* spp, *Curvularia* spp, *Fusarium* spp, *Bipolaris* spp, *Pyricularia grisea*, *Sclerotium oryzae*, etc. (Ou, 1985).

El nematodo se muestra activo con temperaturas entre 13 y 42°C (Tikhonova, 1966). Muere después de 16 horas a 42 °C y en 4 horas a 44 °C (Barat *et al.*, 1966). A 10°, permanece inmóvil y muere después de un mes. La temperatura óptima oscila entre 23 y 32°C (Prot, 1992). La duración de su ciclo biológico (huevo, larva y adulto) depende de la temperatura: criado sobre *Fusarium solani* el ciclo es de 24 días a 16°C, 15 días a 20°C, 10 días a 25°C y 8 días a 30°C. (Huang *et al.*, 1973). En ambiente natural el número de generaciones por año varía en función de la temperatura y humedad del aire siendo de 8-13 generaciones (Ou, 1985; Tacconi y Ambrogioni, 1993). La humedad relativa del aire es muy importante para la vida de este nematodo: por debajo del 70% de HR se bloquea su actividad biológica y además *A. besseyi* solamente puede moverse en el agua por lo que su desplazamiento por la planta tiene lugar cuando ésta se encuentra cubierta por una delgada capa de agua (lluvia o rocío) (Ou, 1985).

## Ciclo de la enfermedad

La forma más normal de transmisión de la enfermedad consiste en la infección a través de semillas de plantas enfermas donde sobreviven de una estación a otra en forma quiescente principalmente bajo las glumillas. En las semillas secas pueden sobrevivir 3 años (Prot, 1992) y hasta 5 años según estudios húngaros (Simon-Kiss y Sztó, 1999). También es posible, aunque en menor grado, que el inóculo proceda de los restos de cosecha (Giudici *et al.*, 2004) o de malas hierbas existentes en el arrozal. Sin embargo no sobrevive en el terreno (McGawley *et al.*, 1984): de hecho, sembrando semilla sana en arrozales severamente infestados el año anterior (1.300 nematodos/100 semillas) no se desarrolló la enfermedad durante los tres años siguientes de cultivo (Giudici *et al.*, 2004). Una vez iniciada la infestación, pueden pasar a otras plantas a través del agua de riego.

Después de la siembra, en presencia de agua, los nematodos se reactivan y abandonan la semilla, más o menos rápidamente en función de la temperatura, desplazándose hacia la recién plántula germinada. Invaden la planta dentro de los 10 primeros días después de la siembra (Hashioka, 1964). A medida que la planta crece, dado que prefieren las partes jóvenes de la misma, se mueven hacia el ápice dirigiéndose hacia los tejidos meristemáticos (puntos de crecimiento de las hojas y el tallo) donde se alimentan ectoparasíticamente, o sea sin penetrar en su interior. Al principio del ahijamiento se encuentran en el exterior de las hojas jóvenes, todavía enrolladas, y sobre la superficie interna de las vainas; después sobre las hojas jóvenes ya desplegadas y sobre los primordios del tallo (Ou, 1985).

Completado el ahijamiento, la población crece rápidamente. Parte de los nematodos que se encuentran en las vainas, arrastrados por el agua de lluvia, pueden contaminar las plantas vecinas e incluso diseminar la enfermedad a otros campos. El resto, en su mayor parte, se dirige hacia la panícula en formación penetrando a través de las aberturas naturales del ápice de las glumillas (Huang y Huang, 1972). En el interior se nutre, siempre ectoparasíticamente, sobre los órganos florales y se reproducen abundantemente antes de la antesis (floración). La velocidad de reproducción de *Aphelenchoides besseyi* es mayor en las flores que en otras partes de la planta siendo máxima al final de la fase de espiga en zurrón; después de la floración disminuye o cesa en función de la humedad del grano pero el desarrollo de la fase juvenil a adulto continúa (Huang y Huang 1972). El número de nematodos en el exterior de los granos es pequeño después del espigado, no observándose ninguno 30 días después (Fukano, 1962). A medida que el grano pierde humedad, los nematodos se agrupan y se adhieren a la superficie interna de las glumillas (algunos se encuentran sobre el pericarpio) y cuando el contenido de humedad del grano baja hasta el 15-18%, se enrollan en espiral y pierden agua, alcanzando el estado de anabiosis o quiescencia principalmente como larva de 4ª edad o como adulto (Ou, 1985; Prot, 1992). En presencia de agua, los nematodos se reactivan pasadas 12-24 horas. Por eso, la siembra de los granos infestados da origen a un nuevo ciclo de la enfermedad.

El inóculo primario y principal lo constituyen los nematodos de la semilla; luego, después de la infestación de la planta, algunos la



abandonan a través del agua alcanzando las plantas sanas y dando origen a una infestación secundaria (Hashioka, 1964; Yamaguchi, 1977). De hecho, cuando se transplantan plantas sanas junto a enfermas o al revés, la enfermedad se manifiesta en ambos casos en las plantas sanas como consecuencia del desplazamiento de los nematodos hacia las plantas no infestadas (Ou, 1985).

### Factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad

Cuando la siembra se realiza con el arrozal inundado, método normal en España, la difusión de la enfermedad es menor. Esto es así porque los nematodos, en presencia del agua se reactivan enseguida y abandonan las semillas antes de que existan plántulas a infestar, perdiéndose en el agua (Hashioka, 1964). Por el contrario, cuando la siembra se realiza con el terreno en seco, la reactivación de los nematodos es consecuencia de la humedad del grano derivada del proceso de germinación. Por eso, los nematodos abandonan la semilla más tarde y se desplazan a través de la propia humedad de aquella, cuando ya hay plántulas a infestar. En ese caso, la infestación es mayor (Giudici *et al.*, 2004). Además, al ser la reactivación más tardía, cuando tras la germinación las glumillas se han abierto, el número de nematodos que abandonan la semilla es mayor (Gergon y Mew, 1991).

El desarrollo de la enfermedad se favorece con el empleo de dosis altas de abonado nitrogenado y se propaga con el paso del agua de unos campos a otros (Prot, 1992).

En la siembra con el terreno inundado, la aplicación de insecticidas contra los insectos y parásitos

acuáticos de la planta en las fases iniciales del cultivo, permite un control indirecto de los nematodos. En la siembra en seco, no siendo necesario realizar estos tratamientos, se favorece todavía más la infestación. De hecho, en los países asiáticos con el empleo de insecticidas sistémicos, tipo carbofuran, para combatir los insectos del arrozal, se observa una reducción de la incidencia de la enfermedad porque también son eficaces contra *Aphelenchoides besseyi*.

Respecto al grado de infestación de las semillas, se ha comprobado que con una presencia inferior a 30 nematodos vivos por 100 semillas, los daños son de escasa importancia, mientras que cuando la infestación alcanza los 300 es necesario realizar un tratamiento adecuado de la semilla (Yamaguchi, 1977; Giudici *et al.*, 2004).

Es conocido que las variedades de arroz tienen distinto grado de susceptibilidad frente a la enfermedad (Prot, 1992). En muchas zonas arroceras consta la existencia de variedades resistentes (Armstrong y Jensen 1978, Bridge *et al.* 1990). Además, muchas variedades no muestran síntomas mostrando tolerancia a la enfermedad (Goto and Fukatsu 1956, Buangsuwon *et al.* 1971). En Italia se ha observado una gran diferencia varietal en cuanto a la susceptibilidad y en la expresión de los síntomas (Giudici y Villa, 1997). La mayor parte de las variedades de tipo indica cultivadas en Italia no presentan síntomas (Giudici *et al.*, 2004). La observación de algunos síntomas en la planta no es suficiente para diagnosticar la enfermedad; por lo tanto, para afirmar que se trata de "punta blanca" es mejor constatar la existencia de más síntomas típicos o bien confirmar la presencia del nematodo (Giudici y Villa, 1997).

## Control

### 1. Agronómico

#### a. Utilización de variedades poco susceptibles

El empleo de variedades resistentes representa la mejor solución para combatir el nematodo. En los países donde la enfermedad ha constituido un serio problema económico, se han llevado a cabo estudios con una prioridad clara: la búsqueda de variedades resistentes a la enfermedad para ser cultivadas directamente o para utilizarse como progenitores en los programas de mejora genética. Así se ha constatado la resistencia de Teichung Native 1, Dourado Precoce, Zenith, Hasi Kalmi y Teichungsen 10 en Rusia (Zelensky y Kharchenko, 2002); Bluebonnet, Century 231, Fortuna, Rexoro, y Toro en EEUU (Todd y Atkins, 1959) y Rinaldo Bersani en Italia (Orsenigo, 1955).

#### b. Prácticas de cultivo

La pérdida de producción debida a la enfermedad depende, entre otros factores, de las prácticas agronómicas que se lleven a cabo (Bridge *et al.* 1990). Entre las que reducen la presencia de nematodos, tal como se ha comentado anteriormente, figura la siembra con el arrozal inundado. En EEUU se ha comprobado que en estas condiciones los nematodos mueren en una semana después de la siembra y solo un 0,5% de las plantas resultan infestadas (Cralley, 1956). Además, la siembra en agua junto con una siembra anticipada, cuando la temperatura ambiente es todavía baja, no favorece el normal desarrollo del nematodo (Cralley 1949, Yoshii and Yamamoto 1951).

Aunque se ha observado que el nematodo consigue difícilmente



superar el invierno en el arrozal de climas templados, entre las prácticas de cultivo útiles para disminuir la infestación figuran: el control de malas hierbas y la retirada o quema de los rastrojos y restos de la cosecha anterior (Vuong 1969).

Puesto que pueden presentarse plantas infestadas pero sin síntomas es muy importante comprobar la presencia de nematodos en la semilla para obrar en consecuencia. Es muy importante mantener libre de nematodos las primeras generaciones en el proceso de producción de semilla, en particular el núcleo y la primera generación después del núcleo ya que, al ocupar superficies reducidas en el campo, pueden ser controladas fácilmente eliminando completamente las plantas afectadas. Además, los posibles tratamientos que tuvieran que realizarse para desinfección de la semilla permiten mejores resultados y son más fáciles de llevar a cabo sobre pequeñas cantidades. También la semilla de las colecciones de variedades (banco de germoplasma) y las del material vegetal en selección, tanto de los centros de investigación como de las empresas de semillas, tienen que estar libres de nematodos ya que podrían representar el inicio de nuevas infestaciones. Además, para evitar las posibles infestaciones secundarias debidas al desplazamiento del nematodo en el agua de inundación, es muy importante aislar con márgenes los campos destinados a la producción de semilla o bien evitar la entrada del agua proveniente de los campos contiguos.

Aunque existen experiencias con insecticidas-nematicidas como carbofuran, diazinon, disulfurón, forate, etc., para tratar el suelo, el agua de inundación o la planta, que han demostrado su eficacia en el

pasado (Ou, 1985), actualmente las restricciones al empleo de productos fitosanitarios de las Directivas Europeas desaconsejan la utilización y experimentación de los mismos.

## 2. Desinfección de la semilla

### a. Uso de productos químicos

Tratándose de un nematodo que se transmite por la semilla, el tratamiento de ésta es el método más adecuado de control. Existen referencias sobre el uso de productos químicos (Bridge *et al* 1990) mediante el baño de la semilla en una solución diluida del producto: benomilo y carbofuran (Gergon and Prot, 1993), fentión y fenitrotión (Hoshino and Togashi, 2000), hipoclorito sódico (Tenente *et al.*, 1999). Con el benomilo se consigue el control total cuando se combina el tratamiento de la semilla con dos aplicaciones en campo, en el inicio de la infestación (Gergon and Prot, 1993). En Italia se registró el tiabendazol para utilizarlo bañando la semilla durante 24 horas en una suspensión acuosa del fungicida, a la dosis de 170 g de formulado al 60% por 100 kg de semilla en 100 litros de agua.

En los últimos años también se ha recurrido a la fumigación para reducir la población del nematodo. En Louisiana es el único método de control recomendado (Shipp M., 2003). En Hungría se ha demostrado la efectividad del bromuro de metilo (Simon-Kiss and Sztó, 2002). Sin embargo, varios autores concluyen que es muy arriesgada su utilización ya que, en determinadas variedades puede reducir su germinabilidad (Fortuner and Williams, 1975). La fumigación con fosfuro de aluminio no ha sido efectiva en algunos casos (Tenente *et al.*, 1994) pero sí en otros aplican-

do 9,3 g/m<sup>3</sup> (Prasad y Varaprasad, 1992).

Recientemente se han realizado experiencias en el IVIA (datos no publicados) mediante fumigación en contenedor hermético con los siguientes productos químicos:

Fosfuro de hidrógeno (fosfamina), a partir de fosfuro de aluminio: tratamiento durante 8 días a la dosis de 5 g/m<sup>3</sup> de fosfamina y una temperatura ambiente de 13 °C; fluoruro de sulfurilo: tratamiento durante 24 horas, a una temperatura en torno al arroz de 35 °C y dosis de 60 y 120 g/m<sup>3</sup>; bromuro de metilo: durante 24 horas, a 20 °C de temperatura en el interior del contenedor y dosis de 20 g/m<sup>3</sup>. Se ha puesto de manifiesto que la fumigación con bromuro de metilo ha sido sin lugar a dudas el más eficaz y aunque disminuyó significativamente la germinación respecto al control, el porcentaje de germinación se mantuvo por encima del nivel mínimo exigido en la normativa para la certificación de semilla de arroz.

### b. Métodos físicos

Se han realizado experiencias sometiendo la semilla a la acción del calor seco y húmedo (Tenente *et al.*, 1999), y a la inmersión en agua caliente (Prot, 1992; Villa y Giudici, 2004). Todas las referencias concluyen que el tratamiento térmico de la semilla con agua caliente es un método muy eficaz sin que altere su capacidad germinativa, aunque sí en partidas muy infestadas (Villa y Giudici, 2004). Se recomienda una temperatura del agua entre 52 y 58 °C durante 10-15' (IRRI, 1994; Prot y Rahman, 1994; Villa y Giudici, 2004; IVIA, datos no publicados) ya que a 60°C se observa cierta reducción de la germinación (Villa y Giudici, 2004;



IVIA, datos no publicados). Es muy importante que el tratamiento se realice de tal forma que todo el lote sea sometido a la temperatura deseada de forma uniforme, con el objeto de evitar daños a la germinación y para que el tratamiento sea eficaz. Por eso hay que prestar mayor atención cuando la cantidad de semilla a tratar sea grande. El tratamiento se puede realizar durante el invierno ya que no se han observado efectos desfavorables ni siquiera un año después (Villa y Giudici, 2004).

En EEUU, el control de la enfermedad se lleva a cabo combinando el tratamiento de la semilla con el cultivo de variedades resistentes (Hollis and Keoboonrueng 1984).

## Referencias bibliográficas

- Allen MW. (1952). Taxonomic status of the bud and leaf nematodes related to *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1891). Proc. Helminth. Soc. Wash., 19 (2): 108-120
- Armstrong J M, Jensen H J (1978) Indexed bibliography of nematode-resistance in plants. Station Bulletin 639. Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis, Oregon USA.
- Barat H, Delassus M and Vuong Huu Hai. (1966). Présence en Casamance de l'anguillule de feuilles de riz, *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942. Agron. Trop., Nogent, 21 (1): 47-55.
- Bridge J, Luc M, Plowright R A (1990) Nematode parasites of rice. Pages 69-108 in Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. M. Luc, R.A. Sikora, and J. Bridge, eds. CAB International, Kew, Surrey, England.
- Buangsuwon D, Tonboonek P, Rujirachon G, Braun A J, Taylor A L (1971) Nematodes. Pages 61-67 in Rice diseases and pests of Thailand. English edition
- Carreres R. (2005). Enfermedades del arroz, técnicas de cultivo y control químico. Vida Rural, nº 214: 53-57.
- Christie JR. (1942). A description of *Aphelenchoides besseyi* n.sp., the summer-dwarf nematode of strawberries, with comments on the identity of *Aphelenchoides subtenius* (Cobb, 1929) and *Aphelenchoides hodsoni* Goodey, 1935. Proc. Helminth. Soc. Wash., 9 (2): 82-84.
- Cralley E M (1949) White tip of rice. Phytopathology 39:5.
- Cralley E M (1956) A new control measure for white tip. Arkansas Farm Res. 5:5.
- EPPO Standards. (2004). Diagnostic protocols for regulated pests. EPPO Bulletin, 34: 155-157.
- Escuer M y Bello A. (2000). Nematodos del género *Aphelenchoides* de interés fitopatológico y su distribución en España. Bol. San. Veg. Plagas, 26: 47-68.
- Fortuner, R. (1970). On the morphology of *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942 and A. siddi- qii n.sp. (Nematoda: Aphelenchoidea). J. Helminth., 44: 141-152.
- Fortuner R and Williams KJO. (1975). Review of the literature on *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942, the nematode causing "white tip" disease in rice. Helminthological Abstracts, B 44, 1-40.
- Fucano H. (1962). Ecological studies on White tip disease of rice plant caused by *Aphelenchoides besseyi* Christie and its control. Bull. Fukuoka Agri. Experi. Sta., (18): 1-108.
- Gergon EB and Prot JC (1993). Effect of benomyl and carbofuran on *Aphelenchoides besseyi* on rice. Fundamental and Applied Nematology, 16 (6): 563-566.
- Gergon EB, Mew TW. (1991). Evaluation of methods for detecting the nematode *Aphelenchoides besseyi* Christie in routine seed testing of rice. Seed Sci. & Technol., 19: 647-654.
- Giudici ML, Villa B. (1997). Sintomi di white tip su riso ed estrazione del nematode. L'Informatore Agrario, 29: 63-66.
- Giudici ML, Villa B, Callegarin AM, Tamborini L. (2004). Nematode del riso: diffusione e sperimentazione in Italia. L'Informatore Agrario, LX (46): 69-74.
- Goto K, Fukatsu R (1956) Studies on the white tip of rice plant. III. Analysis of varietal resistance and its nature. Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences, Tokyo. Series C. Plant Pathol. Entomol. 6: 123-149.
- Hashioka Y. (1964). Nematode diseases of rice in the world. Riso, 13 (2): 139-147.
- Hollis J P Jr, Keoboonrueng S (1984) Nematode parasites of rice. Pages 95-146 in Plant and insect nematodes. W.R. Nickle, ed. Marcel Dekker, New York and Basel.
- Hoshino S and Togashi K. (2000). Effect of water-soaking and air drying on survival of *Aphelenchoides besseyi* in *Oryza sativa* seeds. J. of Nematology, 32 (3): 303-308.
- Huang CS, Huang SP. (1972). Bionomics of white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*, in rice florets and developing grains. Botan. Bull. Acad. Sinica, 13: 1-10.
- Huang CS, Huang SP and Lin LH. (1973). The effect of temperature on development and generation periods of *Aphelenchoides besseyi*. Nematologica, 18 (4): 432-438.
- IRRI. (1994). Rice seed health testing manual. Edited by T.W. Mew and J.K. Misra. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines
- McGawley EC, Rush MC, Hollis JP. (1984). Occurrence of *Aphelenchoides besseyi* in Louisiana rice seed and its interaction with *Sclerotium oryzae* in selected cultivars. J. Nematol. 16 (1): 65-68.
- Moletti, M. (1997). White tip: nuova malattia del riso in Italia causata dal nematode *Aphelenchoides besseyi*. L'Informatore Agrario, 19: 47-51.
- Orsenigo M. (1955). Comportamento di varietà italiane alla malattia "white tip". Riso, Milan, 4 (5): 15-17.
- Ou SH. (1985). Rice diseases, 2ª ed. C.A.B.I.
- Prasad J. and Varaprasad, KS. Elimination of white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*, from rice seed. Fund. Appl. Nematol., 15: 305.
- Prot JC. (1992). White tip. In Compendium of rice diseases. Webster RK and Gunnell PS (Eds). APS Press, 62 pp.
- Prot JC, Gergon EB. (1994). Nematodes. In: Annual of rice seed health testing. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines: 47-48.
- Prot J.C. and Rahman M.L. 1994. Nematode ecology, economic importance, and management in rice ecosystems. In Teng P S, Heong K L, Moody K, eds. (1994) Rice pest science and management. International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila 1099, Philippines
- Shipp M. 2003. Rice Crop Timeline for the Southern States of Arkansas, Louisiana and Mississippi. Louisiana State University. <http://pestdata.ncsu.edu/croptimelines/pdf/Rice.pdf>
- Simon-Kiss, I and Sztó A. (2002). White tip disease in rice culture under temperate climate. In: Hill JE and Hardy B, editors. Second Temperate Rice Conference. Proceedings of the Second Temperate Rice Conference, 13-17 June 1999, Sacramento, California, USA. Los Baños (Philippines): International Research Institute, 714 pp.
- Taconi R, Ambrogioni L. (1993). *Aphelenchoides besseyi* Christie Tylenchida, Aphelenchoididae. Informatore Fitopatologico, XLIII (1): 50-56.
- Tenente RCV, Gonzaga V, Pinheiro FP, Tarchetti P y Rodrigues V. (1999). Techniques to eradicate plant parasitic nematodes from infested maize, oat and rice seeds. Nematropica, vol. 29, nº 1: 17-24.
- Taconi R. (1996). Rinvenimento di *Radopholus similis* su *Marantha makoyana* e di *Aphelenchoides besseyi* su *Oryza sativa*. Informatore Fitopatologico, XLVI (2): 40-42.
- Tenente RCV, Mendes MAS, Manso ESC and Marques ASA. (1994). Seed health testing for nematode detection and treatment of plant germplasm in Brasil. Seed Science Technology 22: 415-420.
- Tenente RCV, Gonzaga V, Pinheiro FP, Tarchetti P and Rodrigues V. (1999). Techniques to eradicate plant parasitic nematodes from infested maize, oat and rice seeds. Nematropica, 29 (1): 17-24.
- Tikhonova LV. (1966). Bioecology of the agent responsible for "white tip" disease of rice: *Aphelenchoides besseyi*. Vest. sel-khoz. Nauki Alma-Ata. 2, 45-47.
- Tood EH, Atkins JG. (1959). White tip disease of rice II. Seed treatment studies. Phytopathology, 49 (4): 184-188.
- Villa B, Giudici ML. (1998). Estrazione di *Aphelenchoides besseyi* dai semi di riso. Sementi Elette, XLIV (1): 17-22.
- Villa B, Giudici ML. (2004). Contro l'*Aphelenchoides besseyi*. Il Risicoltore, Aprile: 6-7.
- Vuong H H (1969) The occurrence in Madagascar of the rice nematodes, *Aphelenchoides besseyi* and *Ditylenchus angustus*. Pages 274-288 in Nematodes of tropical crops. J.E. Peachey, ed. Technical Communication No. 40. Commonwealth Bureau of Helminthology, St. Albans, England, UK.
- Yamaguchi T. (1977). New method of rice seed disinfection in Japan. Rev. Plant Protec. Res., 10: 49-59.
- Yokoo T. (1948). *Aphelenchoides oryzae* n.sp., parasitic nematode of rice. Ann. Phytopath. Soc. Japan, 13 (1/2): 40-43.
- Yoshii H, Yamamoto S (1951) On some methods for the control of the rice nematode disease. Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ. 12:123-131.
- Zelensky G, Kharchenko Ye. Round table, Rice in Europe and in the Mediterranean basin: actual situation, classical breeding, genetic resources and biotechnology impact. pp 127-128. [www.medrice.unito.it/Riceuconf/Round%20table.doc](http://www.medrice.unito.it/Riceuconf/Round%20table.doc)